

## **Considerações sobre a capacitação tecnológica na indústria de máquinas-ferramentas do Rio Grande do Sul\***

*Maria Cristina Passos\*\**

O objetivo deste artigo é analisar a capacidade das empresas fabricantes de máquinas-ferramentas de corte, localizadas no Rio Grande do Sul, de incorporarem as inovações de produto e de processo geradas no complexo eletrônico. Não se trata, portanto, de uma tentativa de medir a defasagem e/ou a atualização tecnológica do setor em relação às tecnologias de produto e de processo mais modernas num determinado ponto do tempo, mas, sim, de examinar a capacidade dessas firmas de acumular, de forma dinâmica, conhecimento tecnológico que lhes possibilite evoluir desde a cópia, a aquisição e a utilização de tecnologias externas até a geração endógena de inovações que lhes permitam a fabricação de novos produtos ou o aprimoramento dos processos produtivos. Adicionalmente, neste estudo pretende-se verificar as diferenças e/ou similaridades existentes entre esse processo de adequação tecnológica das empresas instaladas no Rio Grande do Sul e o experimentado por aquelas que se localizam em São Paulo.

Desde meados dos anos 70, os progressos na microeletrônica determinaram avanços tecnológicos significativos na indústria de máquinas-ferramentas dos países avançados, cuja expressão mais visível foi a incorporação do comando numérico às máquinas. Essa inovação, que permite associar flexibilidade, automação, precisão e integração dos sistemas produtivos, redefiniu radicalmente a indústria, abrindo grandes possibilidades para o crescimento da produ-

---

\* Este artigo reproduz algumas questões desenvolvidas na tese de doutoramento **Capacitação Tecnológica na Indústria de Máquinas-Ferramentas do Rio Grande do Sul**, defendida pela autora no Instituto de Economia da UNICAMP, em 1996.

\*\* Economista, Técnica da FEE e Professora da UNISINOS.

tividade e para o desenvolvimento de novos produtos e mercados. Em decorrência da profunda reestruturação e do conseqüente rejuvenescimento da indústria de máquinas-ferramentas, o enfrentamento das empresas no mercado passou a se dar sob novas formas, com a incorporação de novas tecnologias assumindo um papel importante para o aumento das vantagens competitivas das empresas.

No que tange aos países de industrialização recente, notadamente os latino-americanos, a despeito da importância adquirida pelos segmentos industriais produtores de bens de produção nas últimas décadas, as mudanças tecnológicas engendraram um grande desafio para as empresas do setor. De um modo geral, as firmas nesses países foram concebidas para trabalhar com tecnologias maduras e amplamente difundidas, que não exigem grandes esforços de capacitação tecnológica, uma vez que elas próprias já detêm um certo nível de conhecimento acumulado necessário às rotinas de fabricação. Ademais, fatores exógenos às empresas — como a proteção ao mercado interno mediante políticas cambial e tarifária, os mecanismos de proteção não tarifária, a concessão de subsídios e outras formas de ajuda governamental — permitiram a manutenção da rentabilidade, sem o recurso à capacitação tecnológica das próprias firmas, visando aumentar a produtividade e a qualidade de seus produtos fabricados.<sup>1</sup>

Em tal contexto, a crise econômica brasileira dos anos 80 acrescentou novos fatores que realçariam a fragilidade das empresas fabricantes de máquinas-ferramentas no País, seja para acompanhar o progresso técnico das regiões avançadas, seja para manter a posição no *ranking* mundial de produtores, ou, ainda, para enfrentar o acirramento da concorrência no mercado interno a partir da abertura do mercado nos primeiros anos da década de 90. Dentre esses fatores, cabe mencionar os decorrentes:

- a) das políticas macroeconômicas adotadas para fazer frente à crise, que tiveram um grande impacto sobre o nível de investimento e, portanto, sobre a demanda do setor;
- b) da crise fiscal e da própria recessão do mercado, que determinaram a redução do volume de recursos disponíveis para o financiamento das vendas, dos investimentos produtivos e das atividades no campo do desenvolvimento científico e tecnológico; e

---

<sup>1</sup> Para uma análise detalhada desses aspectos, ver Fajnzylber (1983) e Perez (1989).

- c) da desarticulação gradativa da política industrial adotada na década anterior sem a criação de novos instrumentos que apoiassem a reestruturação do setor. O desmonte da estrutura de incentivos fiscais e de subsídios fiscais e creditícios, ao longo dos anos 80, e do aparato de proteção comercial ao mercado interno nos primeiros anos da década de 90 — ou seja, dos pilares básicos da política industrial dos anos 70 — privou as empresas de um dos mecanismos de manutenção de rentabilidade utilizado até então.

Diante desse quadro, a reação das empresas fabricantes de máquinas-ferramentas no Brasil não ocorreu de forma homogênea, pois tanto as estratégias para enfrentar a recessão e a abertura de mercado como os esforços para se adequar ao direcionamento técnico-produtivo do setor ao longo da nova trajetória tecnológica refletiram, em grande medida, as diferenças existentes entre as firmas. Ou seja, a reação de cada uma das empresas foi condicionada por aspectos relativos ao tamanho, à propriedade do capital, ao conhecimento tecnológico acumulado ao longo do tempo e às próprias condições financeiras das mesmas. Essas questões são de fundamental importância para a compreensão das diferenças relativas entre a indústria de máquinas-ferramentas do Brasil e a dos países desenvolvidos e, principalmente, entre a de São Paulo e a do Rio Grande do Sul.

O argumento central deste artigo é que a capacitação tecnológica das firmas — que está associada à acumulação de novos conhecimentos e habilidades —, em grande medida, condiciona a transferência de tecnologias e o ritmo de incorporação das inovações, ao mesmo tempo em que contribui para o desempenho produtivo e competitivo das empresas no mercado. São as decisões tomadas na própria empresa que moldam esse processo. Isso não significa, no entanto, que tais decisões estejam isentas de influências do ambiente em que a empresa atua, mas que a empresa tem o poder de decidir qual o melhor caminho a ser percorrido, considerando sua história, o conhecimento acumulado e as próprias rotinas tecnológicas e de produção utilizadas até então. Dessa forma, as vantagens competitivas que as firmas dispõem em um determinado período detectadas por meio de análise dos seus desempenhos de mercado — resultam da capacitação acumulada ao longo do tempo e das estratégias adotadas em função do processo concorrencial e do ambiente econômico em que estão inseridas. O grau de capacitação tecnológica das firmas é, portanto, o elemento fundamental para se entender as assimetrias existentes entre as firmas da indústria, bem como o distanciamento existente entre a indústria brasileira e a dos países desenvolvidos.

## Formas de difusão de inovações tecnológicas

Inicialmente, cabe tecer algumas considerações a respeito das formas de difusão de tecnologia e da importância da capacitação tecnológica das firmas para acompanharem os avanços tecnológicos. Não se pretende, aqui, fazer uma revisão da extensa bibliografia que versa sobre o tema, mas, simplesmente, explicitar alguns conceitos relativos às noções de difusão de tecnologia, capacidade tecnológica e processo de aprendizado, que servirão de referência para as questões tratadas ao longo deste trabalho.

A velocidade com que as novas tecnologias têm se propagado no tecido industrial e a amplitude de seus efeitos sobre as diversas atividades fazem com que a noção de difusão adquira uma importância fundamental para o entendimento do processo de crescimento e de transformações na economia, das diferenças interindustriais e das assimetrias entre firmas e países.

Entende-se por difusão de tecnologia tanto o uso mais extensivo da inovação por parte do inovador (firma) original como a sua adoção pelos demais usuários. A inovação não é um evento isolado, sua importância está diretamente relacionada à magnitude do movimento de sua propagação entre as demais atividades.<sup>2</sup> Como afirma Quélin (1991), a noção de difusão está implícita nos conceitos de invenção, de inovação e de progresso técnico.

Ademais, a difusão é um processo competitivo de seleção entre velhas e novas tecnologias ou, em outras palavras, entre técnicas ou produtos complementares ou substitutos. Assim, está estreitamente vinculada ao processo de transformação industrial, representando os momentos de ruptura e de ajuste da estrutura técnica e econômica da indústria.<sup>3</sup> O processo inovativo deve ser, por conseguinte, analisado num contexto mais geral, como parte integrante do processo de concorrência intercapitalista.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Lundvall (1988, p.350) utiliza os termos "processo inovativo" ou "atividades de inovação" para indicar que a tradicional separação entre descoberta, invenção, inovação e difusão possui limitada relevância.

<sup>3</sup> As fases de ruptura são caracterizadas pela difusão de inovações primárias, as quais "(...) alteram radicalmente a concepção da base técnica em vigor e inauguram um processo schumpeteriano de destruição criadora". Já nas fases de ajuste, predominam as chamadas inovações secundárias, que "(...) são destinadas a elevar a eficiência das rotinas produtivas vigentes ou ampliar o escopo dos princípios ordenadores da base técnica" (ARAUJO JUNIOR., 1985, p.17). Com o mesmo sentido, outros autores utilizam a denominação de inovações radicais e inovações incrementais.

<sup>4</sup> A esse respeito, ver Dosi (1984, seções 2.1, 2.2).

A noção de difusão de tecnologia, tomada em seu sentido mais amplo e rico para explicar as transformações ora em curso, deve incluir todas as ações empreendidas pela firma para explorar os benefícios econômicos da inovação.<sup>5</sup> Não se reduz, portanto, à incorporação de uma nova máquina ou de novos bens intermediários no processo de fabricação, mas abrange, também, todas as ações empreendidas pelas firmas para adaptar a tecnologia às suas necessidades, que vão desde a reorganização do processo de trabalho e dos fluxos de materiais até os aperfeiçoamentos das práticas gerenciais. Trata-se de "(...) um processo pelo qual o conhecimento e as aptidões técnicas são difundidas na economia" (TECHNOLOGY..., 1992, p.42).

Conforme a OCDE (TECHNOLOGY..., 1992), podem-se distinguir duas formas de difusão de tecnologia. A primeira refere-se àquela que se efetua através da compra de máquinas, equipamentos ou componentes que incorporam novas tecnologias, estando diretamente relacionada às decisões de investir das firmas e às estratégias adotadas em função do processo concorrencial e do ambiente econômico em que estão inseridas. A segunda caracteriza-se pela propagação do conhecimento através de outros canais distintos dos investimentos em máquinas, equipamentos e componentes, tais como as externalidades que caracterizam o processo inovativo e os *spillovers* entre firmas, setores e tecnologias.<sup>6</sup>

À medida que o conhecimento é desenvolvido pelas atividades de pesquisa e desenvolvimento das firmas, das universidades, dos laboratórios governamentais, etc., torna-se potencialmente disponível para as demais empresas. A transmissão desse conhecimento ocorre através de fluxos de informações de caráter público ou privado, que podem ser tanto formais como informais.

As publicações técnicas e científicas, os seminários, as conferências e os cursos, bem como manuais e publicações que descrevem novos produtos e processos são considerados os principais fluxos de informações de caráter público. Através desses canais, as empresas têm acesso aos avanços científicos e aos princípios aplicativos conhecidos e de uso disseminado que poderão ser absorvidos por ela.

---

<sup>5</sup> Essa idéia de difusão de tecnologia é apresentada em OCDE (TECHNOLOGY..., 1992).

<sup>6</sup> A OCDE (TECHNOLOGY..., 1992) utiliza os termos *research spillovers* e *absorptive capacity by firms* para designar esse tipo de difusão de tecnologia.

Por outro lado, como parcela do conhecimento tecnológico é privada<sup>7</sup> — seja porque é protegido através de mecanismos legais de proteção (patentes, por exemplo) ou pelo segredo industrial, seja devido ao seu conteúdo tácito e específico às firmas<sup>8</sup> —, diferentes canais tornam-o acessível às demais atividades. Nesse caso, cabe ressaltar a venda do direito ao uso das patentes e os contratos de licenciamento de tecnologia entre firmas. No entanto grande parte desse conhecimento é transmitido através de fluxos informais de informação entre pesquisadores, engenheiros e técnicos, cabendo destacar aquele oriundo da mobilidade da mão-de-obra especializada. Pode, ainda, ser o resultado de engenharia reversa realizada por uma empresa nos produtos das firmas rivais. Ademais, as *joint-ventures*, as fusões, as aquisições, a troca de informações entre usuários e produtores, bem como outras formas de cooperação entre firmas têm se caracterizado como formas eficientes de propagação do conhecimento tecnológico das empresas.

Os elementos tácitos e específicos do conhecimento privado obstaculizam a transferência integral de tecnologia.<sup>9</sup> As informações transmitidas para a firma receptora através dos diferentes canais são, portanto, menos completas do que as incorporadas no conhecimento do agente que transmite.

Ademais, a absorção do conhecimento externo depende das capacidades tecnológicas desenvolvidas pela firma receptora, as quais lhe conferem condições para adquirir, assimilar, usar, adaptar ou mudar a tecnologia gerada em outras firmas ou setores, bem como para criar novas tecnologias. Conforme Dahlman e Ross-Larson (1987), tais capacidades são desenvolvidas nas seguintes atividades: a) de produção, administração e comercialização; b) de investimento; e c) de inovação.

<sup>7</sup> Conforme Dosi (1988, p.223-224), o conhecimento utilizado para a solução da maioria dos problemas tecnológicos pode-se apresentar sob diversas formas: público ou privado, universal ou específico, tácito ou formal.

<sup>8</sup> Com base nos trabalhos de Nelson e Winter (1977, 1982), Santos Filho (1991, p.81) esclarece que, por conteúdo tácito do conhecimento, devem-se entender "(...) aqueles elementos do conhecimento que são necessários à utilização minimamente eficiente da tecnologia e que estão incorporados às pessoas ou às rotinas de operação da firma e não podem ser adquiridos ou transferidos via manuais ou outras formas codificadas de transmissão de conhecimento, ou seja, não podem ser explicitados sob a forma de *blueprints* e, portanto, não podem ser inteiramente difundidos, tanto sob a forma de informação pública quanto de propriedade privada. Do mesmo modo, cada materialização dos princípios da tecnologia assume necessariamente formas concretas distintas —, sendo implausível a ubiquidade, no tempo e no espaço, de condições contextuais idênticas —, o que lhe confere necessariamente um caráter específico".

<sup>9</sup> A esse respeito, ver Santos Filho (1991), especialmente a seção 2.1.1.

As firmas tendem a intensificar seus próprios esforços inovativos, a fim de se tornarem aptas a absorver os conhecimentos disponíveis através dos diferentes fluxos de informações e, de uma forma mais geral, de acompanharem os avanços tecnológicos e futuros desenvolvimentos. É através do processo de aprendizado que a firma desenvolve tal capacidade. Esse processo normalmente se dá através dos investimentos em P&D e via mecanismos informais de acumulação de conhecimento tecnológico dentro das firmas.

Os gastos em P&D possuem um duplo papel. De um lado, geram novas informações no processo de busca de inovações e aperfeiçoamentos de produtos e processos produtivos, de outro, aumentam a capacidade da firma para identificar, assimilar e explorar o conhecimento de domínio público. Desse modo, as atividades de P&D, além de gerarem inovações, representam um tipo de aprendizado que confere às firmas melhores condições para absorverem os avanços tecnológicos (COHEN, LEVINTHAL, 1989).<sup>10</sup> A importância dos investimentos em P&D reside nesse seu duplo papel, pois, para compreender e assimilar o conhecimento, é frequentemente preciso uma substancial capacidade de pesquisa, uma vez que a assimilação envolve, usualmente, transformação e adaptação. No caso da indústria de máquinas-ferramentas, isso é particularmente importante, visto que a fabricação das máquinas frequentemente atende a especificidades técnicas requeridas pelos usuários, fazendo-se, portanto, necessária uma série de modificações nos projetos originais.

Diferentemente das atividades de P&D, os mecanismos informais de acumulação do conhecimento tecnológico internos às empresas "(...) não envolvem destinação específica de recursos e um formato organizacional definido, mas podem ser de extrema importância no desenvolvimento de novos produtos e processos que já tenham sido incorporados" (POSSAS, 1989, p.170). Conforme a natureza das atividades de cada firma ou a tecnologia envolvida, as formas de aprendizagem podem diferir. Notadamente, destacam-se os processos de *learning by doing* e de *learning by using*. O primeiro consiste no desenvolvimento de habilidades na atividade de produção, que se traduz na elevação significativa da

---

<sup>10</sup> A OCDE (TECHNOLOGY..., 1992) refere-se a esse aspecto como *learning to learn* ou *learning by learning*, que se diferencia do *learning by doing*. Deve-se ressaltar que os demais investimentos intangíveis (como, por exemplo, aquisição de patentes, licenciamento de tecnologia, treinamento de recursos humanos, *software*, etc.) também desempenham um papel no processo de aprendizado das firmas, o qual pode ser definido como o processo de aquisição de novas habilidades e conhecimentos pelas firmas nos diversos âmbitos de suas atividades (tecnológico, administrativo, de distribuição, *marketing*, etc.).

produtividade e na redução concomitante dos custos unitários. Já o processo de *learning by using* é consequência da utilização de um produto, em particular das máquinas e equipamentos e, mais recentemente, dos complexos produtos de *software*, cuja performance pode ser progressivamente atualizada pelos usuários.

Na maior parte das vezes, os processos de aprendizado têm sido estudados no contexto de uma empresa considerada de modo isolado. Entretanto Lundvall (1988) mostra a importância de se considerar as relações entre várias empresas (ou organizações) na análise do processo de aquisição de novas habilidades e conhecimentos pelas firmas e indústrias. O processo de aprendizado por interação (*learning by interacting*) caracteriza-se por ser um processo coletivo de aprendizado que resulta da cooperação implícita ou explícita entre firmas ou organizações. Uma das dimensões mais importantes é a união que se estabelece entre produtores e usuários de bens tecnológicos mais avançados ou de novos processos produtivos com o objetivo de, em conjunto, trocarem informações sobre as características da tecnologia, bem como a respeito de tecnologias alternativas. A circulação dessas informações permite aos produtores e usuários direcionarem corretamente os esforços inovativos em função das necessidades do mercado.<sup>11</sup>

A importância dos processos de aprendizado envolvidos no desenvolvimento e no uso de novas tecnologias decorre, fundamentalmente, da natureza cumulativa da mudança tecnológica e da capacidade das firmas para inovarem. Apesar da diversidade de inovações existentes, as firmas, freqüentemente, definem a direção das mudanças a serem incorporadas nas suas rotinas com base no estágio das tecnologias em uso. Ademais, os avanços subseqüentes dependem, em grande medida, do conhecimento, da habilidade e da experiência acumulados anteriormente.<sup>12</sup>

O termo trajetória tecnológica (DOSI, 1982, 1984) tem sido utilizado para expressar a dimensão cumulativa dos desenvolvimentos tecnológicos e das mudanças experimentadas pela tecnologia, na medida em que vão sendo absorvidas pelas demais atividades. Além disso, esse termo expressa a idéia de

<sup>11</sup> No caso específico da indústria de máquinas-ferramentas, o aprendizado por interação é fundamental para a sua dinâmica tecnológica, pois os fluxos de informações que se estabelecem com os usuários das máquinas, bem como com os fornecedores (principalmente os de componentes eletrônicos) resultam no aumento da capacitação tecnológica das empresas.

<sup>12</sup> A prática das firmas comprovam esse caráter cumulativo, pois geralmente tentam melhorar e diversificar sua tecnologia através de atividades que ampliem as vantagens de sua base tecnológica existente.



que, ao longo de um paradigma tecnológico, se encontra um potencial tecnológico que poderá ser explorado e expandido a despeito de, inicialmente, não se apresentar completamente delineado.<sup>13</sup>

Nesse contexto, a irreversibilidade e a cumulatividade são aspectos importantes da mudança tecnológica. São ambos heranças das escolhas anteriores realizadas pelas firmas e restringem seus espaços de decisão, afetando, conseqüentemente, a difusão de inovações. Como resultado, têm-se, então, distintas performances e assimetrias produtivas e tecnológicas entre firmas, que são o resultado da diversidade existente entre as várias unidades produtivas.

Ressaltando a importância das relações inter-ramos e do caráter interdependente dos fluxos tecnológicos, Pavitt (1984) propõe uma taxonomia dos processos de geração e difusão de inovações. Conforme essa classificação, a indústria de máquinas-ferramentas inclui-se entre os setores de fornecedores especializados, cujas inovações são utilizadas em outros setores. As firmas possuem um conhecimento especializado na tecnologia de projeto e construção de equipamentos, e a difusão de inovações é afetada, principalmente, pelo processo de aprendizado que ocorre através da interação entre as indústrias (*learning by interacting*).

A dinâmica tecnológica da indústria de máquinas-ferramentas está largamente vinculada à busca de soluções dos problemas apresentados pelos setores usuários. Como decorrência, as atividades inovativas estão, basicamente, ligadas à inovação de produtos. A fabricação de novos produtos ou a utilização de um novo processo de fabricação nos demais setores impõe a essa indústria o fornecimento de bens adaptados às novas necessidades, ao mesmo tempo em que os ramos a jusante se adaptam às inovações incorporadas nas máquinas.

A capacitação tecnológica das firmas — que está associada à acumulação de novos conhecimentos e habilidades — em grande medida, condiciona a

<sup>13</sup> Com base em Dosi (1982, 1984), Laplane (1992, p.ix) esclarece que "(...) os conceitos de paradigmas e trajetórias captam características fundamentais do progresso técnico (...). Esses conceitos destacam o caráter convencional dos esforços de pesquisa e desenvolvimento que estão na base do processo de geração e difusão de inovações. As regularidades que se observam nesses esforços resultam da adoção de comportamentos rotineiros, com base na percepção — mais ou menos difundida entre os agentes envolvidos — a respeito das linhas que oferecem melhores oportunidades de sucesso (técnico e econômico). O paradigma vigente em determinada área do conhecimento técnico estabelece, de maneira relativamente apriorística, modelos para tentar resolver problemas selecionados. As trajetórias exprimem uma determinada visão quanto à sequência a ser percorrida para a solução de alguns dos problemas técnicos relevantes, nos marcos estabelecidos pelo paradigma dominante".

transferência de tecnologias e o ritmo de incorporação de inovações, pois o esforço empreendido pelas unidades produtivas para ampliar o estoque existente de conhecimentos e habilidades permite uma melhor absorção das informações tecnológicas disponíveis, ampliando suas capacidades tecnológicas. Tais capacidades dão condições às empresas para adquirir, assimilar, usar, adaptar ou mudar a tecnologia gerada em outras firmas ou setores, ou mesmo para criar novas tecnologias.

A capacitação tecnológica influencia as estratégias seguidas pelas empresas e contribui para o desempenho produtivo e competitivo. Na medida em que ocorre uma ampliação das habilidades e dos conhecimentos, aumentam as oportunidades tecnológicas das empresas, as quais lhes dão condições de planejar e executar ações que não visem somente a ajustes defensivos, mas que proporcionem, também, novos horizontes para as atividades da empresa ao longo de sua trajetória de crescimento.

Tendo em vista que o conhecimento tecnológico possui um forte conteúdo tácito, o processo de capacitação assume, necessariamente, um caráter específico à firma. Mesmo quando se examinam firmas de um mesmo setor, verifica-se que o processo de capacitação em cada uma delas não é homogêneo, pois depende do conhecimento acumulado que a firma possui — que se encontra incorporado às pessoas ou às rotinas de operação — e das formas concretas que cada firma utiliza para assimilar e usar as informações que se encontram disponíveis.

A seguir, examinam-se, resumidamente, as ações implementadas pelas firmas fabricantes de máquinas-ferramentas de corte instaladas no Rio Grande do Sul, na busca de novos conhecimentos e habilidades que ampliem o estoque de capacidades tecnológicas existentes em cada empresa.

## **Capacitação tecnológica na indústria de máquinas-ferramentas, no Rio Grande do Sul**

Através da análise das informações coletadas junto às empresas<sup>14</sup>, foi possível constatar que as assimetrias quanto aos estoques de conhecimento acumulado geraram respostas diferenciadas por parte dos fabricantes de máquinas-ferramentas de corte face a um mesmo estímulo de mercado. Tais reações

<sup>14</sup> Para a pesquisa de campo, foram selecionadas oito empresas fabricantes de máquinas-ferramentas de corte no Rio Grande do Sul e 10 em São Paulo. Nessas empresas, foram realizadas entrevistas entre janeiro e maio de 1994. Em 1997, foi feita a atualização das informações coletadas em algumas empresas da amostra localizadas no Rio Grande do Sul.

diferenciadas, por sua vez, acentuaram as assimetrias existentes entre as empresas instaladas no Rio Grande do Sul e entre estas e as de São Paulo.

As empresas fabricantes de máquinas-ferramentas do Brasil estão localizadas, em sua maioria, em São Paulo (cerca de 90%) e no Rio Grande do Sul (aproximadamente 10%). No primeiro estado, encontram-se as principais empresas do setor, tanto as de capital nacional quanto as subsidiárias de empresas estrangeiras. Já no Rio Grande do Sul, as empresas são de menor porte, não podendo ser consideradas líderes nos segmentos de mercado em que atuam. A origem do capital dessas empresas é nacional, com exceção de uma, que é de propriedade estrangeira. Ademais, nesse estado, os produtos fabricados são menos diversificados e de menor complexidade tecnológica. A maior parcela de máquinas-ferramentas produzidas no Rio Grande do Sul é de máquinas convencionais, padronizadas e de pequeno e médio portes. A fabricação de máquinas-ferramentas com comando numérico é, ainda, reduzida a um número restrito de firmas. Ademais, um número expressivo de empresas não tem como atividade principal a fabricação de máquinas-ferramentas, mas a produção de outros equipamentos industriais, a prestação de serviços para terceiros ou, ainda, somente a fabricação de acessórios e ferramentas para máquinas-ferramentas.

A maioria das empresas do setor instaladas no Rio Grande do Sul é de menor porte do que as localizadas em São Paulo. Verificou-se que somente três empresas do primeiro Estado foram incluídas no estrato das de médio porte, cabendo ainda ressaltar que o número de pessoas empregadas nessas empresas não ultrapassava 260. Portanto, diferentemente da indústria de máquinas-ferramentas de São Paulo, a do Rio Grande do Sul não conta com empresas de grande porte.

Pode-se dizer que grande parte das diferenças existentes entre as empresas localizadas no Rio Grande do Sul e em São Paulo deve ser atribuída a três aspectos característicos do conjunto de empresas selecionadas neste último estado, quais sejam, a maior presença de subsidiárias de empresas estrangeiras; o maior porte das empresas; e, ainda, o maior número de empresas que ingressaram no segmento de máquinas-ferramentas com comando numérico entre meados da década de 70 e os primeiros anos da década seguinte. Esses três aspectos permitiram que as unidades produtivas instaladas em São Paulo intensificassem os esforços para a ampliação do estoque existente de conhecimentos tecnológicos ao longo dos anos 80 e, conseqüentemente, avançassem mais rapidamente em direção à atualização dos processos de produção e dos produtos fabricados.

Examinando-se alguns indicadores do processo de capacitação tecnológica nas empresas fabricantes de máquinas-ferramentas de corte selecionadas no Rio Grande do Sul, foi possível identificar dois grupos de empresas. Cada um

dos grupos reúne empresas com perfis similares e cujos esforços empreendidos para ampliar o estoque existente de conhecimentos e habilidades, que permite uma melhor absorção das informações tecnológicas, foram semelhantes.

No que se refere ao primeiro grupo, a análise realizada mostrou que:

- a) considerando o número de pessoas empregadas, o tamanho médio das quatro empresas incluídas nesse grupo é maior do que o das demais empresas consultadas no Estado. Apenas uma possuía menos de 100 empregados;
- b) todas as quatro empresas do grupo produzem máquinas-ferramentas com comando numérico, das quais uma fabrica exclusivamente máquinas sob encomenda;
- c) todas as empresas do grupo ampliaram as capacidades tecnológicas no âmbito do processo de fabricação. Dentre os mecanismos adotados pelas firmas para aumentar seu nível de habilidades e conhecimentos, destacam-se a utilização de máquinas com comando numérico no processo de produção, a adoção de células flexíveis de fabricação e a utilização de técnicas de gerenciamento dos fluxos de materiais e de controle de qualidade no processo de fabricação;
- d) com relação aos produtos, algumas empresas desenvolveram modelos próprios de máquinas com comando numérico, geralmente adaptações nas máquinas convencionais fabricadas, além de dominarem a tecnologia das máquinas convencionais a partir de um aprendizado do tipo *learning by doing*;
- e) todas as empresas do grupo possuíam departamentos de engenharia formalmente institucionalizados no organograma da empresa, nos quais eram utilizados sistemas CAD para auxiliar nas atividades de projeto das máquinas. As empresas direcionavam grande parte dos esforços para as atividades de engenharia de fabricação. Geralmente, os departamentos de engenharia de produto tinham como função introduzir pequenos melhoramentos nos produtos já fabricados.

Em suma, as quatro empresas que formam o primeiro grupo utilizaram mecanismos que lhes proporcionaram absorver algumas informações tecnológicas, as quais determinaram a mudança no conjunto de conhecimentos que as firmas dominam, principalmente os referentes à operação das plantas. Ao assimilar tais informações, as empresas ampliaram as capacidades tecnológicas existentes, na medida em que geraram um processo de aprendizado que elevou o nível de habilidades e conhecimentos que cada uma das firmas deti-

nha. Isso possibilitou uma difusão de inovações de processo, que envolve tanto mudanças nos equipamentos como alterações na organização da produção, com o objetivo de fabricar novos produtos (ou produtos melhorados) — os quais não podem ser produzidos com as plantas e os métodos de produção existentes — ou, ainda, de aumentar a eficiência na produção de produtos já fabricados. De um modo geral, poucos foram os mecanismos utilizados pelas empresas desse grupo para a ampliação dos conhecimentos relacionados aos produtos fabricados. É nessa área que reside uma das maiores diferenças encontradas neste estudo, quando se comparam as empresas instaladas no Rio Grande do Sul e em São Paulo.

De um modo geral, verificou-se que a retração do mercado interno e a maior exposição à concorrência de produtos importados decorrente da política de liberalização comercial condicionavam as estratégias das empresas fabricantes de máquinas-ferramentas de corte selecionadas na época em que as entrevistas foram realizadas. No caso das quatro empresas que formam o primeiro grupo, as ações estratégicas adotadas foram identificadas com a estratégia caudatária, ou seja, seguem a trajetória traçada pelas empresas-líderes localizadas em São Paulo.

O eixo da estratégia empresarial dessas firmas constituiu-se na redução do nível de integração vertical da produção e na solução de alguns entraves existentes ao longo do processo de fabricação. Adicionalmente, as empresas procuraram aprimorar os produtos fabricados, mas com uma intensidade menor do que as ações direcionadas ao processo de fabricação. De forma semelhante ao verificado nas firmas localizadas em São Paulo, uma das principais mudanças no comportamento das empresas desse grupo foi a adoção de estratégias voltadas para o redirecionamento da produção para os mercados interno e externo.

Em suma, pode-se dizer que as empresas que foram incluídas nesse grupo, identificadas como as mais importantes da indústria de máquinas-ferramentas do Rio Grande do Sul, ampliaram as capacidades tecnológicas nas áreas examinadas neste estudo e implementaram algumas ações que lhes permitiram manter ou ampliar as vantagens nos segmentos de mercado em que atuam e, ainda, criar condições para o ingresso em outros segmentos tecnologicamente mais avançados, como o das máquinas-ferramentas com comando numérico e centros de usinagem. Conseqüentemente, todas essas quatro empresas apresentaram resultados bastante favoráveis até 1989 e, em relação às demais empresas consultadas, tiveram melhores condições de enfrentar a crise iniciada no final dos anos 80. No entanto cabe assinalar que a conduta adotada pelas empresas não significou uma transformação radical das estratégias em busca de maior competitividade. Via de regra, as estratégias perseguidas pelas em-

presas podem ser consideradas como defensivas e bastante vulneráveis ao ambiente macroeconômico. A maior inserção no comércio internacional por parte dessas empresas pode ser considerada como um dos indicativos do relativo avanço que essas firmas lograram no período de retração do mercado interno, o que, de certa forma, lhes permitiu contrabalançar essa retração.

Todavia os problemas enfrentados pelas empresas a partir da abertura comercial mostraram que a reestruturação ocorrida foi insuficiente para alcançar os níveis de eficiência produtiva e de atualização tecnológica de produtos e de processos exigidos para fazer frente à concorrência de máquinas importadas. Nas entrevistas realizadas, todas as empresas do grupo mencionaram que, em decorrência da liberalização comercial, precisaram fazer um novo ajustamento nos níveis de produção e redefinir sua forma de atuação. Com o intuito de atualizar as máquinas fabricadas, as empresas substituíram o suprimento de algumas partes e componentes por importações. Concomitantemente, ampliaram a reorganização do processo de fabricação, já iniciada em finais da década de 80, para torná-lo mais eficiente, eliminando alguns entraves e quaisquer desperdícios desnecessários, assim como aperfeiçoaram a estrutura existente para comercialização.

No que se refere ao segundo grupo de empresas, a pesquisa indicou que:

- a) todas as empresas eram de pequeno porte, empregando menos de 100 pessoas;
- b) as empresas fabricavam somente máquinas-ferramentas convencionais padronizadas;
- c) nenhuma empresa do grupo incorporou máquinas-ferramentas com comando numérico e centros de usinagem em seu processo de fabricação, nem adotou alguma das técnicas organizacionais mencionadas na entrevista. Somente uma empresa do grupo utilizava o controle de qualidade na produção em algumas etapas do processo, as demais adotavam esse controle somente em produtos acabados, ou não o utilizavam;
- d) as empresas dominam a tecnologia das máquinas convencionais que fabricam, no entanto não realizaram nenhum esforço para adquirir novos conhecimentos que permitissem o aprimoramento das máquinas ou o lançamento de novos produtos;
- e) as empresas do grupo não possuíam equipes institucionalizadas para a execução de atividades de engenharia. Em três das empresas, essas atividades eram atribuídas a um número bastante reduzido de pessoas;

- f) somente uma empresa do grupo mencionou planejar algumas ações que visavam à redução do nível de integração vertical da produção, à diminuição do custo de estoques e à maior eficiência na assistência técnica.

Constatou-se, portanto, que as empresas desse segundo grupo pouco ampliaram suas capacidades tecnológicas e foram identificadas com a estratégia de sobrevivência passiva. Essas empresas acompanharam o crescimento verificado nas demais empresas do setor entre 1985 e 1989. No entanto, a partir do início da década de 90, todas apresentaram uma queda nos níveis de produção mais acentuada do que a verificada nas empresas incluídas no primeiro grupo mencionado acima.

Ademais, pode-se inferir que, de um modo geral, as empresas incluídas nesse segundo grupo foram mais afetadas pela crise de retração do mercado interno do que pela abertura comercial. Já no início dos anos 90, quando se aprofundou a crise interna, as empresas encontravam-se numa situação bastante fragilizada e, dadas as suas características, sem condições de tornarem as plantas mais eficientes. Isso as obrigou a reduzir seus níveis de produção e a permanecerem no mercado de forma cada vez mais marginal. Todavia o fato de somente uma das empresas do grupo ter iniciado um processo de reconversão da produção pode significar que ainda existem espaços no mercado brasileiro para empresas de pequeno porte, que fabricam exclusivamente máquinas convencionais e que vêm, ao longo do tempo, postergando a introdução de inovações de produto e de processo.

A comparação entre as empresas selecionadas no Rio Grande do Sul e as consultadas em São Paulo mostrou que as quatro firmas mais importantes da indústria de máquinas-ferramentas do primeiro estado, que integram o primeiro grupo mencionado acima, são as que apresentam características que mais se aproximam das constatadas nas empresas consultadas em São Paulo. Tais empresas constituem o núcleo mais sólido da referida indústria no Rio Grande do Sul e, no decorrer da última década, ampliaram suas capacidades tecnológicas, as quais possibilitaram melhores condições de enfrentar a crise econômica do País e de incorporar algumas das modificações decorrentes das inovações tecnológicas em curso. Nas demais empresas consultadas neste estado, o fato de o processo de capacitação tecnológica ter sido bastante limitado e de as empresas terem permanecido na fabricação de máquinas convencionais simples ampliou as diferenças existentes com as firmas de São Paulo escolhidas para este estudo.

## **Considerações finais**

A existência de grandes assimetrias entre as empresas selecionadas para a pesquisa espelha a situação da indústria brasileira de máquinas-ferramentas como um todo. Notadamente a partir de meados dos anos 70, os avanços na área da eletrônica determinaram intensas modificações nos produtos da indústria de máquinas-ferramentas dos países desenvolvidos, onde a fronteira tecnológica do setor é estabelecida a partir do processo de inovação que se realiza. Os deslocamentos nessa fronteira representaram grandes descontinuidades em termos de concepção e fabricação de produtos para as empresas localizadas nos demais países, notadamente os de industrialização tardia, como o Brasil.

Esse processo de inovação tecnológica foi, por si, gerador de assimetrias entre as firmas da indústria em questão, as quais conferiram vantagens competitivas às empresas que mais rapidamente avançaram. No caso específico da indústria brasileira de máquinas-ferramentas, verificou-se que as assimetrias geradas pelo processo de inovação tecnológica foram mais acentuadas do que nos países desenvolvidos. Considerando-se a década de 80, outros aspectos devem ser também responsabilizados pela maior magnitude dessas diferenças entre as empresas da indústria de máquinas-ferramentas, além dos tecnológicos propriamente ditos. Trata-se dos aspectos relacionados à própria crise econômica do País, à ausência de política industrial e às características da demanda interna de máquinas-ferramentas.

A severa recessão econômica dos primeiros anos da década de 80 afetou sobremaneira as empresas fabricantes de máquinas-ferramentas. Entretanto, devido às condições internas diferenciadas das empresas, os efeitos da crise nas empresas do setor não foram homogêneos. As empresas de maior porte (de capital nacional ou subsidiárias de empresas estrangeiras), que apresentavam uma situação financeira menos vulnerável e/ou que já haviam ingressado num processo de maior atualização tecnológica, tiveram condições de reagir à conjuntura adversa mediante a intensificação da produção de máquinas-ferramentas com comando numérico. De um modo geral, a situação dessas empresas lhes permitiu reagir, de forma mais favorável do que as demais firmas da indústria, à grande instabilidade econômica dos anos 80 e, posteriormente, à abertura de mercado no início da década seguinte.

Concomitantemente, verificou-se a gradativa desarticulação da política industrial adotada na década anterior, sem a criação de novos instrumentos que apoiassem a reestruturação do setor e a difusão de inovações. O desmonte da estrutura de incentivos fiscais e de subsídios fiscais e creditícios, já no início da década de 80, afetou, sobretudo, as empresas do setor cujas atuações no mercado eram fortemente dependentes desses mecanismos. As empresas de me-



nor porte e de capital nacional foram as mais atingidas, uma vez que dependiam largamente dos incentivos e dos subsídios para a manutenção da rentabilidade. A forma básica de atuação da política industrial no setor de máquinas-ferramentas tem sido o financiamento às vendas por intermédio da Agência Especial de Financiamento Industrial. Ao longo dos últimos 15 anos, as crises macroeconômica e fiscal no País reduziram o volume de recursos à disposição do BNDES e, conseqüentemente, o volume de empréstimos concedidos pela FINAME. Em decorrência, o percentual do valor da máquina que pode ser financiado, que depende da disponibilidade de recursos da Agência, foi fortemente reduzido a partir de meados dos anos 80. Em 1990 e 1991, a FINAME financiava somente 55% do valor da máquina. Como a comercialização de máquinas-ferramentas depende, em grande medida, da disponibilidade de instrumentos de financiamento de longo prazo, o desempenho de todas as empresas fabricantes desses equipamentos no Brasil foi fortemente afetado.

Adicionalmente, cabe notar, ainda, que as características da demanda interna de máquinas-ferramentas permitiram que, mesmo sem incorporar inovações de produto, algumas empresas encontrassem espaço no mercado interno para permanecer ofertando os equipamentos convencionais, pois o processo de atualização tecnológica das empresas usuárias de máquinas-ferramentas no País ficou restrito a um conjunto limitado de empresas e/ou setores. Por seu turno, isso realimentou a heterogeneidade tecnológica das firmas produtoras de máquinas-ferramentas, ao oportunizar que os fabricantes de máquinas convencionais mantivessem as mesmas linhas de produção.

Ademais, a difusão de inovações de produto nas principais empresas não significou alterações profundas na estrutura da indústria brasileira de máquinas-ferramentas, como ocorreu, inicialmente, no Japão e, depois, nos demais países desenvolvidos. Foi mantido o mesmo formato estrutural que caracterizou o período que antecedeu tal difusão, cujas principais características são: grande diversificação da produção, escalas de produção reduzidas e um grau de verticalização elevado. Cabe assinalar ainda que, diferentemente do que se verificou nas indústrias dos principais produtores mundiais, as empresas de capital nacional no País não experimentaram quaisquer processos de fusão e/ou de busca de parcerias com outras empresas (inclusive estrangeiras) que lhes proporcionassem condições mais favoráveis para o aprimoramento de suas capacidades tecnológicas e para o enfrentamento da concorrência no mercado. Pode-se inferir que a natureza familiar dessas empresas tem sido um dos aspectos que vêm impedindo tal processo. A manutenção das características estruturais da indústria obstaculizou a diminuição da heterogeneidade tecnológica da indústria e do *gap* existente em relação aos fabricantes de máquinas-ferramentas dos países desenvolvidos.

## Bibliografia

- ARAUJO JUNIOR, José Tavares de (1985). **Tecnologia, concorrência e mudança estrutural: a experiência brasileira recente**. Rio de Janeiro : IPEA/INPES.
- COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. **The Economic Journal**, n.99, p.569-596, sept.
- DAHLMAN, C., ROSS-LARSON, B., WESTPHAL, L. E. (1987). Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. **World Development**, v.15, n.6, p.759-775.
- DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: the determinants and directions of technical change and the transformation of the economy. **Research Policy**, n.11.
- DOSI, G. (1984). **Technical change and industrial transformation: the theory and na application to the semiconductor industry**. Houndmills : Macmillan.
- DOSI, G. (1988). The nature of the innovative process. In: — et al. **Technical change and economic theory**. Pinter Publishers.
- FAJNZYLBER, F. (1983). **La industrialización trunca da América Latina**. México : Nueva Imagen.
- LAPLANE, M. (1992). **O complexo eletrônico na dinâmica industrial dos anos 80**. Campinas : UNICAMP/IE. (Tese de doutoramento; mimeo).
- LUNDVALL, B. A. (1988). Innovation as na interactive process: from user-producer interaction to the National System of innovation. In: DOSI, G., et al. **Technical change and economic theory**. Pinter Publishers.
- NELSON, R., WINTER, S. (1977). In search of a useful theory of innovation. **Research Policy**, v.6, n.1., p.36-76, jan.
- NELSON, R., WINTER, S. (1982). **Na evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Massachussets : The Beknap Press of Harvard University.
- PASSOS, Maria Cristina (1996). **Capacitação tecnológica na indústria de máquinas-ferramentas do Rio Grande do Sul**. Campinas : UNICAMP/IE. (Tese de doutoramento; mimeo).
- PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, p.343-373.

- PEREZ, C. (1989). **Câmbio técnico, reestruturação competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo.** (mimeo).
- POSSAS, M. (1989). Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E., org. **Ensaio sobre economia política moderna:** teoria e história do pensamento econômico. São Paulo : Marco Zero.
- QUÉLIN, B. (1991). La diffusion des innovations: une analyse inter-industrielle. In: ARENA, R., BANDT, J. de, BENZONI, L., orgs. **Traité d'économie industrielle.** 2.ed. Paris : Economica.
- SANTOS FILHO, O C. (1991). **Processos de industrialização tardia:** o "paradigma" da Coréia do Sul. Campinas : UNICAMP/IE. (Tese de doutoramento; mimeo).
- TECHNOLOGY and economy; the key relationships (1992). Paris : OCDE/ The Technology/ Economy Programm.

## Abstract

This paper's aim is to analyze Rio Grande do Sul's machine tool manufacturing enterprises capacity to incorporate product and process innovations engendered in the electronic complex. It is not, therefore, an attempt to measure this sector's technological modernization in a certain point of time relatively to product and process up-to-date technologies, but to examine these firms capacity to dynamically accumulate technological know-how that should allow them to evolve from copy, acquisition, and use of external technologies to endogenous engendering of innovations that would permit them to manufacture new products or enhance their productive processes. Furthermore, this study intends to verify the differences and/or similarities existing between this process of technological adjustment by the enterprises established in Rio Grande do Sul and that experienced by those located in São Paulo.